.

1. ПРИРОДА ЛУНЫ:

1) Поверхность Луны.

2) Лунные породы.

3) Физические условия.

2. ФАЗЫ ЛУНЫ.

3. ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ.

4. ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛУНЫ.

1. Четыре лунных месяца

1. Лунные неравенства

1. От кинематики- к динамики.
2. Как строить теорию.

5. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ.

6. РОЛЬ ЛУНЫ ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ ЗЕМЛИ.

**ПРИРОДА ЛУНЫ.**

Вокруг многих планет обращаются маленькие планеты-спутники. У Меркурия и Венеры их нет совсем. У Земли один спутник Луна(Селена). Луна меньше Земли по массе(в 81 раз) и по плотности. Диаметр Луны меньше земного в 4 раза. Она кажется нам большой и яркой, потому что находится недалеко-384395 км. Мы видим её не только ночью, но и утром и днем. Луна освещается Солнцем и светит отраженным светом. С древности замечено, что внешний вид Луны не меняется. И китайцы, и вавилоняне, и египтяне видели на Луне рисунок: одни диковинного зверя, другие «старца с мешком». Это означает, что Луна всегда обращена к Земле одной стороной, то есть в период её вращения вокруг оси совпадает с периодами обращения вокруг Земли, при чем она то забегает вперёд и, пересекая орбиту Земли оказывается на её дневной, освещенной Солнцем стороне, то отстает и летит позади Земли, а затем переходит на её ночную сторону.

# ПОВЕРХНОСТЬ ЛУНЫ

Уже со времён Галилея начали составлять карты видимого полушария Луны и начать изучения нашего естественного спутника лучше всего с ознакомления c основными элементами лунного рельефа, постепенно переходя от крупных деталей главных морей и кратеров – к мелким. Более темные пятна лунной поверхности названы « морями». Это низменности, в которых нет ни капли воды. Дно их темное и сравнительно ровное. Большую часть поверхности Луны занимают более светлые возвышенности-«материки». Есть горные хребты, названные по аналогии земных Кавказом, Кардильерами, Карпатами. Высота гор достигает 9км. (гора Курциус). Высота гор легко рассчитывается по длине тени от них. На Луне насчитывается 17 горных цепей, похожих на земные, но большинство гор имеет необычный вид: они свернуты кольцами. Эти горы называются кратерами- за их отдаленное сходство с кратерами земных вулканов- и цирками, потому что они круглые, как барьер цирковой арены. Само слово «кратер» означает «чаша». Кольцевых гор на Луне много- более ста тысяч. Примерно 20 кольцевых гор на Луне имеют в поперечнике свыше ста километров. Цирк Птолелия достигает 185км. в диаметре, а Клавий и Гримольди до 235 км, в них свободно уместилась бы Бельгия. Внутренние склоны кольцевых гор обычно круты, внешние пологи. В самом центре лунного кратера возвышается один или несколько остроконечных пиков. Дно некоторых кратеров ниже поверхности Луны, но некоторые кратеры заполнены веществом доверху. Внутри больших цирков нет центральной горки, но там обычно видны маленькие кратеры. Маленьких кратеров на Луне великое множество, они располагаются и на дне, и на краях больших цирков. Так в южном полушарии хорошо виден даже в полночь кратер. Тело диаметром 60 км. и расходящиеся от него светлые лучи. Выяснилось, что лучи образованны склонением множества кратеров со светлыми стенками. Происхождение лунных кольцевых гор скорее всего вулканическое, они очень похожи на лавовые озера Гавайских островов на Земле с диаметром озер 5- 3 км. Лава в этих озерах, поднимаясь, переливается через края, наращивая стенку, стенку кратера. Так потухший вулкан- озеро- Маунс- Неа достигает высоты 4208 м. примерно такова же высота лунных кратеров. Когда извержение утихает, лава в озере опускается и застывает коркой. Озеро принимает вид лунного цирка. В том, что лавовые озера и горы на Луне больше земных, нет противоречия. Луна меньше Земли, и сила тяжести там в 6 раз слабее земной. Поэтому извержение может выбросить на Луне больше вещества, чем на Земле, а поднятия лунной поверхности достигают больших высот в сравнении с земными. Вероятно на Земле тоже были когда-то такие- же кольцевые горы, но под воздействием текучих вод, ветра, ледников, снега, воздуха, газов- этих извечных врагов гор, они быстро разрушились и отыскать их можно лишь там, где вулканическая деятельность продолжается, очень похожи на лунную поверхность некоторые места на Камчатке и в окрестностях действующего вулкана Везувий в Италии. Не следует, конечно, исключать и возникновение кратеров от ударов метеоритов о Луну, но воронки, образованные ударом метеоритов о Луну, всегда имеют форму чаши, лунные же кратеры имеют в большинстве плоское дно, как у тарелки- аналогичное дну вулканических озер на Земле. Невидимая сторона Луны принципиально отличается от видимой, но на ней меньше « морских» впадин. Много на обратной стороне Луны и кратеров. Самым крупным присвоены имена выдающихся деятелей науки- Ломоносов, Джордано Бруно, Циолковский, Жолио, Кюри и другие. К настоящему времени на Луне побывали американские космонавты и советские автоматические самоходные лаборатории- луноходы. А первый полет на Луну! Да, это великое событие, которое в истории освоения космического пространства будет увековечено наряду с запуском первого искусственного спутника Земли, первым полетом Юрия Гагарина, первым выходом Алексея Леонова в открытый космос, 21 июля 1969 г. в 5ч. 56 мин. По московскому времени командир американского космического корабля « Апполон-2» впервые вступил на поверхность Луны.

Первый искусственный

спутник Земли.

**ЛУННЫЕ ПОРОДЫ.**

Благодаря мягким посадкам автоматических станций на Луну стали известны механические свойства лунного грунта, и его химический состав. На Луне не оказалось толстого слоя пыли, которого когда- то опасались многие конструкторы лунников, но пыль на Луне есть. Она темно- серого цвета и по внешнему виду напоминает цемент. Химический анализ образцов лунного вещества показал, что породы Луны менее разнообразны чем земные и сходны по составу с базальтами. В их состав входят хорошо известные на Земле химические элементы- алюминий, железо, кальций, магний. Но в лунных породах больше, чем земных содержится тугоплавких элементов- титана, хрома, и других, а меньше- легкоплавких- калий, натрий. Химический состав различных участков поверхности Луны неодинаков. В поверхностном слое Луны (реголиже) содержатся осколки магматических пород шлакообразные частицы с плавлеными гранями. Многие образцы как бы обработаны песком. Их вид свидетельствует о том, что они длительное время подвергались своеобразной эрозии(ударов мелких метеоритов и обработке потоками частиц, непрерывно исходящих от Солнца). Из-за отсутствия воды минералов на Луне значительно меньше, чем на Земле. Лунные породы относятся к очень древним- их возраст примерно составляет 4 млрд. лет, причем самыми « молодыми» (несколько более 3 млрд. лет) оказались образцы, доставленные из морских районов. Частые удары метеоритов дробят лунные грунты в пыль и мелкие осколки. В условиях вакуума под воздействием « солнечного ветра» происходят молекулярное сцепление этой пыли в пористый шлакообразный слой.

**ФИЗИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ**

На Луне нет атмосферы смягчающей палящее солнечное излучение и защищающей от космических лучей и потоков микрометеоров. Нет там ни воды, ни облаков, ни туманов, ни радуги, ни зари с рассветом. Тени резкие и черные. Окружающая Луну заряженная пылевая оболочка немного рассеивает солнечный свет. Температура подсолнечной точке Луны равна днем +120 градусов С, а в противоположной точке ночного полушария –170 градусов С. Заметного магнитного поля у Луны не обнаружено. Но Луна не совсем мертвый мир. Так в кратере Альфоне наблюдается иногда выделение газов и недр. Луна ещё дышит, хотя на ней пока не обнаружено пород моложе 2 млрд. лет и это говорит о давнем прекращении магматической и вулканической активности. На небе Луны видны те же самые созвездия, что и на небе Земли. Из-за отсутствия атмосферы яркие звезды и планеты видны на Луне и днем и ночью. Исследователям Луны необходимо иметь скафандры, запас воздуха для дыхания, радиостанции для переговоров друг с другом и кораблем, так как звуки на Луне без воздуха не распространяются. Это мир вечного безмолвия с темным небом и ослепительно-ярким Солнцем, с крупными не перемещающими звездами. Скафандры и корабль должны надежно защищать людей от раскаленного «лунного дня» и леденящего холода «лунной ночи». Прекрасным украшением лунного пейзажа служит Земля. Она как огромный сверкающий шар, висит над головой и заливает поверхность Луны голубоватым светом. Земля на Луне видна в разных фазах, в зависимости от освещения Солнцем. В «полноземелье» на Луне ночью можно спокойно читать, так как свет Земли в О раз ярче лунного света. В «новоземелие» с Луны можно различить на Земле огни больших городов. Исследование Луны очень важно для понимания процессов формирования планет, их рельефа, так как на ней следы древних геологических событий не стерты процессами выветривания и играют роль геологического музея во времени.

**ФАЗЫ ЛУНЫ.**

Луна движется вокруг Земли в ту же сторону, в какую Земля вращается вокруг своей оси. Видимое движение Луны сопровождается непрерывным изменением её вида- сменой фаз- и мы видим её то в форме серпа, то полукруга(четверть), то полной. Время, когда Луна не видна, назвали новолунием- рождением новой Луны. Растущий полукруг- 1 четверть, время, когда Луна видна в виде диска- полнолуние, спадающей полукруг- последняя четверть. Происходит это от того, что Луна занимает различные положения относительно освещающего её Солнца и Земли.

Иногда в ясную ночь, когда Луна видна в виде узкого серпа, остальная её часть светиться полным светом. Объясняется это тем, что Земля освещает ночную сторону Луны отраженным солнечным светом. Фазы Земли и Луны взаимно противоположны. Лунный серп и одна двенадцатая часть года у нас одинаково называются месяцем. И это не случайно. Раньше люди не имели ни отрывных , ни перекидных и никаких- либо других календарей. А счет дням надо было вести. Поэтому многие народы, а также наши предки- славяне пользовались фазами молодой Луны, - значит, наступил первый день месяца, стал «серпик» чуть пошире- это видно второй день. Если Луна в 1-ой четверти- прошла неделя, а когда Луна начала показываться по утрам и заходить днем, - следовательно, месяц кончается. Так фазы Луны заменяли в старину календарь и давали две природные меры времени, который проходит между двумя новолуниями, равен 29 дней 44 минуты и 28 секунд. Это и есть лунный месяц- наше прежняя мера времени, но она не удобна, так как число суток в лунном месяце не целое, а дробное, и в виду лунных месяцев не 12, а 12, 5. Эта половина сильно мешала при счете и наши предки ещё до начала текущего тысячелетия отказались от счета времени лунными месяцами. Они разделили год на 12 месяцев, но от старого счета у нас осталось слово «месяц». Легко узнать «растет» Луна или «стареет», если к лунному серпу или четверти прибавить мысленно «палочку» и получается буква Р, - месяц растет и на следующую ночь будет больше. Если получается буква С- Луна стареет.

**ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ.**

Из-за того, что Луна, обращаясь вокруг Земли, бывает иногда на одной линии Земля- Луна- Солнце, возникают солнечные или лунные затмения- интереснейшие и эффектные явления природы, вызывавшие страх в прошлые века, так как люди не понимали, что происходит. Им казалось, что какой- то невидимый черный дракон пожирает Солнце и люди могут остаться в вечном мраке. Поэтому летописцы всех народов тщательно заносили в свои хроники сведения о затмениях. Так летописец Кирилл из Новгородского Антониева монастыря 11 августа 1124 года записал: « Перед вечерней нача убывати Солнца, и наибе все. О велик страх и тьма быеть!». История донесла до нас случай, когда солнечное затмение привело в ужас сражающихся индейцев и медян. В 603 году до н.э. на территории современной Турции и Ирана. Воины в страхе побросали оружия и прекратили бой , после чего, устрашенные затмением заключили мир и долго не воевали друг с другом. Солнечные затмения бывают только в новолуние, когда Луна проходит не ниже и не выше, а как раз по солнечному диску и, словно гигантская заслонка, загораживает собой солнечный диск, «перекрывая Солнцу путь». Но затмения в разных местах видны по- разному, в одних Солнце закрывается полностью- полное затмение, в других частично- неполное затмение. Суть явления заключается в том, что Земля и Луна, освещенные Солнцем, отбрасывают концы теней(сходящиеся) и концы тени(расходящиеся) . Когда Луна попадает на одну линию с Солнцем и Землей и находится между ними, лунная тень движется по Земле с запада на восток. Диаметр полной лунной тени не превышает 250 км, поэтому одновременно затмение Солнца видно лишь на малом участке Земли. Там, где на Землю падает полутень Луны, наблюдается неполное затмение Солнца. Расстояние между Солнцем и Землёй не всегда одинаково: зимой в северном полушарии Земли ближе к Солнцу, а летом дальше. Луна обращаясь вокруг Земли, тоже проходит на разные расстояния- то ближе, то дальше от неё. В случае, когда Луна отстает дальше от Земли и загородить полностью диск Солнца не может, наблюдатели видят вокруг черной Луны сверкающий края солнечного диска- происходит красивейшее кольцеобразное затмение Солнца. Когда у древних наблюдателей записи затмений накопились за несколько столетий, они заметили, что затмение повторяются через каждые 18 лет и 11 с третью суток. Этот срок египтяне назвали «саросом», что значит «повторение». Однако для определения, где будет видно затмение, необходимо, конечно же, произвести более сложные вычисления. В полнолуние Луна иногда попадает в земную тень полностью или частично, и мы видим, соответственно полное или частичное затмение Луны. Луна намного меньше Земли, поэтому затмение продолжается до 1ч. 40мин. При этом даже при полном лунном затмении Луна остаётся видимой, но окрашивается в багровый цвет, что вызывает неприятные ощущения. В старину затмения Луны боялись как страшного предзнаменования, считали, что « месяц кровью обливается». Солнечные лучи, преломляясь в атмосфере Земли, попадают в конус земной тени. При этом атмосферой активно поглощаются голубые и соседние с ними лучи солнечного спектра, а пропускаются внутрь конуса тени преимущественно красные лучи, которые поглощаются слабее , они то и придают Луне зловещий красноватый цвет. Вообще, лунные затмения- довольно редкое явление природы. Казалось бы, что лунные затмения должны наблюдаться ежемесячно- в каждое полнолуние. Но так в действительности не бывает. Луна проскальзывает либо под земной тенью, либо над ней, и в новолуние тень Луны обычно проносится мимо Земли, и тогда затмения тоже не получаются. Поэтому затмения не так уж часты.

Схема полного затмения Луны.

**ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛУНЫ.**

**ЧЕТЫРЕ ЛУННЫХ МЕСЯЦА.**

Большой интерес всегда представлял вопрос о том, как движется Луна. Она движется по эллипсу, совершая один оборот за 27, 3 суток. И движение это происходит в строгом соответствии с законом Кеплера, являющимся следствием закона всемирного тяготения, открытого Ньютоном. Всё это верно, - но… Да, есть одно но… Теория движения Луны оказалось одной из самых сложных задач небесной механики, на решение которой ушло два с половиной века, считая только от Ньютона. В разработку этой теории вложили труд такие замечательные учёные, как Эйлес, Клеро, Даламбер. Так в чем же были трудности? Как их удалось преодолеть? Движения Луны изучали ещё астрономы Древнего Вавилона. Они тщательно регистрировали моменты солнечных и лунных затмений. По этим данным древнегреческий астроном Геппарк определил длительность основных периодов, характеризующих движения Луны. Основные периоды названы месяцами. Таких месяцев с древних времен было известно четыре. Сидерический или звездный месяц- это период обращения Луны вокруг Земли, он определяется по перемещению Луны относительно неподвижных звезд. Синодический месяц- промежуток времени между двумя последовательными новолуниями или полнолуниями. Аномалитический месяц- это период между двумя последовательными прохождениями Луны через перигей своей орбиты. Наконец, драгонический месяц – это промежуток времени между двумя прохождениями Луны через восходящий узел её орбиты- точку пересечения орбиты с плоскостью эклиптики. Это ни что иное, как плоскость земной орбиты, но во времена Геппарка Земля считалась плоскостью орбиты, по которой Солнце двигалось вокруг Земли. Геппарк расчитал, основываясь на данных наблюдений затмений древними астрономами, что через каждые 345 лет положение Солнца, Луны, перигея и узлов лунной орбиты повторяется: иначе говоря 345- летний цикл содержит целое число всех четырех месяцев. Выводимые из цикла Геппарка продолжительность лунных месяцев лишь на немногие доли секунды отличаются от тех значений которыми пользуются астрономы теперь, накопив наблюдения ещё за 21 столетие. Почему синодический месяц длиннее сидерического, объяснить нетрудно. Смена лунных фаз зависит от положения Луны относительно Солнца. Направление этого движения совпадает с направлением обращения Луны вокруг Земли. В результате движения Луны по её «околоземной» орбите происходит как бы с отставанием: повторение лунных фаз происходит не через сидерический месяц, а через длительный период, который и называется синодическим месяцем. Нетрудно получить такое соотношение между длительностями сидерического(S) и синодического месяцев:

1\S=1\P+1\T,

где Т- длительность земного года. Тот факт, что аномалитический месяц, длиннее сидерического, по существу означает, что сама лунная орбита как целое вращается в собственной плоскости, и линия, соединяющая перигей и апогей орбиты, называемая линией аксид поворачивается в том же направлении, в каком движется Луна. Так что Луне приходится постоянно «догонять» свой перигей. Драгонический месяц, напротив короче сидерического. Это значит, что линия узлов поворачивается навстречу движению Луны. Причина поворота большой оси лунного элипса и линии узлов была найдена лишь в 18 веке, после создания Ньютоном теории всемирного тяготения. А ещё через два столетия эта теория позволила рассчитать траекторию движения искусственных спутников Земли, обрела, так сказать вторую молодость.

**ЛУННЫЕ НЕРАВЕНСТВА.**

С именем древнегреческого Клавдия Птолемея обычно прежде всего связывают его геоцентрическую систему мира, против которой боролись Коперник, Джордано Бруно, Галилей, Кеплер.

**ЛУННЫЕ МЕСЯЦЫ.**

**29, 53059 суток СИНОДИЧЕСКИЙ**(от слова synodion-встреча).

**27, 55455 суток АНОМАЛИТИЧЕСКИЙ**( угловое расстояние Луны от её перигея называли аномалией).

**27**, **32166 суток СИДЕРИЧЕСКИЙ**(siderium- звездный)

**27, 21222 суток ДРАКОНИЧЕСКИЙ**(узлы орбиты обозначают значком похожими на дракона).

Но Птолемей внес большой вклад в развитие астрономии, в частности, в теорию движения Луны, правда в тот период речь могла идти только о кинематической теории, ибо причины и истинные законы движения небесных тел известны не были. В течении длительного развития астрономической науки считалось, что небесные тела могут двигаться только равномерно по окружностям. Если движение выглядело более сложным , то его можно было представить комбинацией движений по нескольким окружностям. Именно так поступил Птолемей с Луной. Движение Луны по небу было неравномерным . Чтобы представить его комбинацией равномерных движений по окружностям, надо было сначала определить величину отклонений от равномерного движения, или так называемых неравенств. И во времена Птолемея, и даже во времена Кеплера и много позже было принято называть неравенствами отдельные компоненты отклонения положения Луны от положения воображаемой точки, движущейся по эклиптике равномерно с периодом равным сидерическому месяцу. Таким образом, слово «неравенство» в астрономии означало совсем не то, что оно означает в математике. Впрочем, в современной науке мы встречаемся с подобными примерами буквально на каждом шагу. Так, слово «элемент» означает в химии одно, а в электронике совсем другое. Никто не спутает ядро политы, ядро живой клетки и ядро атома. Все положения на небе Луны, Солнца, звезд и планет уже во времена Птолемея измерялись в системе координат напоминавших географическую долготу и широту. И назывались эти координаты почти так же: астрономическая долгота и астрономическая широта. Только широта небесных светил отсчитывалась от плоскости эклиптики, в те времена так называлась плоскость, в которой лежала орбита Солнца, обращающегося вокруг Земли, а долгота от точки весеннего равноденствия, в которой Солнце раз в год пересекает небесный экватор. Взявшись за определение лунных неравенств, Птолемей рассматривал в основном неравенства по долготе, выводя широту на колонну лунной орбиты, равному 5 градусам, именно таким определил этот угол Гепарк « муж трудолюбия и поклонник истины» как называл его Птолемей. По современным данным Гепарк ошибся всего на 8 минут дуги. Общее неравенство Е движения Луны по долготе Птолемей представил следующей формулой:

Е=6 15 sin Z+ 1 18 sin(2D+Z)+19 sin 2 Z

Здесь Z- угловое расстояние Луны от среднего перигея её орбиты, D- угловое расстояние Луны от Солнца. Из формулы Птолемея следовало, что лунные неравенства периодически и являются как бы суммой нескольких отдельных неравенств. Так первый и третий члены правой части формулы зависят от положения Луны относительно Перигея своей орбиты. Их сумма получается и носит название главного эллиптического неравенства. Но это название было дано не Птолемеем, а ученым в 17 веке, когда уже было известно, что Луна движется по эллипсу.

Второй член, в который входит угловое расстояние Луны от Солнца, связан с влиянием Солнца на движение Луны. Много позже, уже в 17 веке, он получил название эвекции, а в конце того же столетия Ньютон дал ему исчерпывающее объяснение . Но об этом чуть позже. Николай Коперник, используя свои более точные наблюдения, впрочем, он, как и Гиппарк и Птолемей, наблюдал невооруженным глазом, уточнил коэффициенты формулы Птолемея определил крайние и средние значения расстояния от Земли до Луны, причем ошибка в среднем расстоянии составляла всего 0, 1 % против современного значения. Новый шаг вперёд в создании кинематической теории движения луны сделал замечательный датский астроном- Тихо Браге. Он открыл третье по счету неравенство, получившее название вариации. В формуле для Е , это дополнительный член вида 40 sin 2 D . Затем Тихо Браге обнаружил ещё одно, четвертое лунное неравенство, выражаемое членом(-11 sin 2), где Z- угловое расстояние Солнца от перигея земной орбиты(Земля проходит перигей своей орбиты 1-2 января). Так как период последнего неравенства равен году, оно получило название годического уравнения. Здесь мы снова встречаемся с примером иного употребления всем привычного термина. Словом « уравнение» во времена Тихо Браге и вплоть до начала наших дней астрономы называли некоторые математические величины. Так, до сих пор в астрономии сохранился термин « уравнение времени» , означающий разность среднего и истинного солнечного времени. Тихо Браге открыл так же, что угол наклона лунной орбиты и эклиптики может изменятся в пределах +- 9, 5 от среднего значения 5,8 , причем наибольшего значения наклон орбиты достигает, когда направление Земля- Солнце совпадает с линией узлов лунной орбиты, а наименьшего- когда они перпендикулярны. Истинную формулу лунной орбиты установил Иоганн Кеплер доказавший, что Луна, как и планеты движется по эллипсу. На основе трёх законов планетных движений, открытых Кеплером, Исаак Ньютон вывел закон всемирного тяготения, нашел ту силу, которая заставляет небесные тела двигаться по эллиптическим или иным орбитам.

**ОТ КИНЕМАТИКИ – К ДИНАМИКИ.**

Развитие небесной механики, основанной на теории тяготения Ньютона, вселяло надежду, что и теория движения Луны будет построена без особого труда и все лунные неравенства получат простое объяснение. И действительно, Ньютон добился в этой области немалых успехов. Он показал, что неравенства являются следствием влияния Солнца на Луну, так называемых солнечных возмущений. Из анализа этих влияний он получил значение основных лунных неравенств. Ньютон количественно объяснил движение узлов лунной орбиты и периодическое изменение её наклона к эклиптике. Но когда он попытался вывести скорость смещения лунного перигея, то получил результат, вдвое меньше наблюдаемого. Да, теория движения Луны оказалась крепким орешком и для самого Ньютона, и для длинного ряда его последователей. В чем же состояла главная трудность? Мы знаем, что основная сила, действующая на планеты, - притяжение Солнца. Под действием этой силы планета должна описывать кеплеров эллипс. Притяжение других планет, массы которых в тысячи, сотни тысяч и миллионы раз меньше массы Солнца, приводит к небольшим отклонениям от кеплерова эллипса, которые принято называть возмущениями. Эти возмущения невелики и их нетрудно вычислить. Например известно, что по возмущениям движения Урана астрономы Дж. Адамс и Ливерье независимо вычислили положение и орбиту неизвестной до того планеты, вызывающей эти возмущения, ею оказался Нептун. В случае Луны дело обстоит совершенно иначе. Луна в своём обращении вокруг Земли постоянно подвергается возмущению со стороны самого массивного тела солнечной системы – Солнца. К тому же эти возмущения изменяются в течении аномалистического месяца, с изменением расстояния от Земли до Солнца.

Прошло три четверти века со времени публикации бессмертного труда Ньютона «Математические начала натуральной философии». И хотя сам Ньютон пытался разработать теорию движения Луны, его теория не давала требуемой точности. А ведь в те годы теория движения Луны имела практическое значение , по астрономической

долготе Луны определяли географическую долготу месяца на Земле. Поскольку Луна перемещалась по небу в среднем на 13 градусов в сутки, её положение на небе в данный час зависит от долготы места. мореплаватели и путешественники пользовались этим для определения долгот. И вот в 1750 году Петербургская академия наук объявила конкурс на лучшее исследование по теме: «Показать согласны ли все неравенства, которые наблюдаются в движении Луны, с ньютоновской теорией, и какой должна быть истинная теория всех этих неравенств, чтобы по ней можно было со всей точностью определять место Луны в любое время».

Эта формулировка была выбрана неслучайно. Мы помним, что Ньютон потерпел неудачу в теоретическом определении скорости смещения лунного перигея. В 1745 году эту задачу попытались решить два замечательных французских математика Алексис Клод Клеро и Жан Лерон Даламбер. Оба они были членами Парижской академии наук, ярыми соперниками в науке, над лунной проблемой работали совершенно независимо. Решая задачу о движении лунного перигея, они оба пришли к тому же выводу, что и Ньютон: период обращения большой оси лунного эллипса теоретически должны быть в два раза больше, чем это следует из наблюдений. Оба ученых даже высказали мысль, что закон Ньютона не точен не требует проверок.

Именно это заключение столь авторитетных ученых и вызвало объявление конкурса Петербургской академии наук с приведенной выше формулировкой. Но уже за несколько месяцев до объявления конкурса в мае 1749 года, Клеро нашел причину « расхождения теории Ньютона с наблюдениями. Теория была не виновата. Дело в том, что даваемое теорией аналитическое выражение для смещения перигея представляло собой степенной ряд вида:

К 0 + К 1М + К 2М +…+ К М +…,

Где М- отношение суточных смещений Земли и Луны по их орбитам(М=1/3), К n - числительные коэффициенты. Значение М мало по сравнению с единицей, и каждый следующий член ряда много меньше предыдущего. И Ньютон, и Даламбер, и Клеро брали для вычислений значения смещения перигея, ограничивались лишь первым членом ряда. Это, как догадался Клеро, и приводило к резкому расхождению теоретически рассчитанной и реальной скорости смещения лунного перигея. Учтя в выражении для смещения второй член, Клеро получил обнадёживающий результат: расхождение теории с наблюдениями уменьшилось в три с лишним раза. Чем больше членов брал Клеро, тем ближе стремилось к нулю расхождение с данными наблюдениями. В 1752 году Клеро представил Петербургской академии наук большой мемуар , озаглавленный «Теория Луны, выведенная из единственного начала притяжения, обратно пропорционального квадратам расстояний». Эта работа была удостоена премией и издана в Петербурге. В ней Клеро решает задачу на вращающемся эллипсе , каким и является в сущности орбита Луны. В своей работе Клеро впервые показал, что лунные неравенства проявляются не только в долготе и широте Луны, но и в расстоянии от неё до Земли. В формулах теория Клеро каждая из величин выражается уже суммой из 20 членов ряда. Работа Клеро дала толчек к новым исследованиям. Даламбер решил проверить выводы Клеро и пришел к тем же результатам, хотя и другим способом. Действительный член Петербургской академии наук Леонард Эйлер установил и усовершенствовал теорию Клеро сделав её более удобной для составления таблиц движения Луны. Такие таблицы в скоре были составлены немецким астрономом Тобиасом Майером. Спустя 20 лет Эйлер вновь обратился к теории движения Луны. В 1772 году он издал труд, озаглавленный «Теория движения Луны изложенная новым способом». И действительно в этой работе был предложен принципиально новый способ построения лунной теории. Идеи, заложенные во второй лунной теории Эйлера, позволяют в принципе достичь наиболее точного описания движения Луны. Однако эти идеи определили своё время- развитие науки тогда было недостаточно, чтобы на их основе получить окончательное решение задачи. И лунные теории продолжали развиваться по старому « протоптанному пути».

# КАК СТРОИТЬ ТЕОРИЮ?

Теории Клеро, Даламбера, и первая лунная теория Эйлера принадлежали к классу аналитических. В этих теориях выражения для координат небесного тела выводятся как решения уравнений движения даваемых теорией Ньютона. Построение таких теорий требовало тогда громадного труда. Создатель одной из лучших аналитических теорий французский астроном Шарль Делоне затратил на неё 20 лет непрерываемой работы. Зато теория Делоне может быть применена не только к Луне, но и к любому другому спутнику планеты, в том числе и к искусственному спутнику Земли. В численных теориях целый ряд элементов орбиты берется из наблюдений, а затем уточняется входе расчетов. Лучше из численных теорий движения Луны была теория немецкого астронома Ганзена, на основе которой были составлены таблицы движения Луны, служившие астрономам почти полвека- до начала двадцатых годов нашего столетия. Наибольший успех выпал на долю численно- аналитической теорий , начала которым было положено второй лунной теорией Эйлера. При этом лишь немногие величины берутся из наблюдений и подставляются в уравнение движения до их решения. В 1888 году американский астроном Джордж Хилл использовал идеи Эйлера для построения своей теории движения Луны. Ему удалось получить скорость движения перигея лунной орбиты аналитически. Все неравенства движения Луны были разделены им на классы, в зависимости от того, какие величины входили в то или иное неравенство. Тем самым вся задача была как бы «расслоена» на несколько отдельных задач, каждая из которых решалась отдельно. Теорию Хилла довел до конца американский астроном Эрнест Браун. Ему удалось преодолеть одну за другой все оставшиеся трудности теории и достичь точности, достаточной для удовлетворения наблюдений начала и середины двадцатого века. Выражения для долготы Луны в теории Брауна содержало 552 члена, для широты- 487, для радиуса вектора Луны-304. Были учтены не только солнечные возмущения, но и влияние несферичности Земли, притяжение планет, небольшая релятивлетская поправка. И все же теория Брауна обнаруживала странные неувязки, давала хотя и очень малые, но заметные расхождения с наблюдениями. Уже в 40-х годах нашего столетия было установлено, что теория здесь опять невиновата, а имеет место неравномерность вращения Земли, а значит, и неравномерность времени, которое определяется по вращению нашей планеты. С переходом к эфемеридному времени, текущему равномерно, все неувязки отпали. Развитие космических полетов, в том числе к Луне, установлена на поверхности Луны уголковых отражателей для лазерной локации существенно повысили требования к точности лунной теории. Теперь расстояния до Луны мы можем определить с точностью до 25 см. Совершенствование ЭВМ открыло новые возможности. Группа французских ученых сумела с помощью ЭВМ проверить теории Делоне и Лилла- Брауна и получила все нужные величины с потрясающей точностью до 1 по углам и с «лазерной» точностью по расстоянию. Для этого пришлось брать в разложениях уже много тысяч членов. Впрочем для ЭВМ это особого труда не составило. Созданная таким образом теория была затем с успехом применена и к изучению движения искусственных спутников Земли. Так завершилась многовековая история построения теории движения Луны. Теперь мы знаем, что скрывается за столь, казалось бы, простой фразой: «Луна движется вокруг Земли по эллипсу…»

**ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ.**

Возможности научных экспериментов по изучению Вселенной за пределами атмосферы Земли поистине исчерпаны. Однако для длительного пребывания человека в космическом пространстве приходится преодолевать множество трудных проблем по его жизнеобеспечению. Гораздо проще обстоит дело с неприхотливыми роботами.

Фотографирование обратной, никогда не видимой с Земли стороны Луны и детальной съемки всей её поверхности, мягкая посадка с доставкой высокоточной научной аппаратуры и сбор образцов лунного грунта для их автоматического возвращения на Землю, маршрутные исследования по трассе движения лунохода и эксперименты на искусственных спутниках Луны- вот далеко не полный список целей запуска к Луне космических роботов. За десятилетие с 1966 по 1976гг. для изучения Луны в СНГ и США было запущено в общей сложности около 40 автоматических космических станций. Собранные автоматами сведения позволили осуществить полет на Луну человека. В 1990г. к двум сторонам, исследовавшим Луну с помощью космических автоматов, присоединилась третья- Япония. Первую мягкую посадку на Луну совершила в феврале 1966 года советская лунная станция «Луна-9» , будто лепестки цветка развернулись антенны станции, и она принялась за свой первый телевизионный репортаж с поверхности Луны. «Луна-92 положила конец гипотезе, будто лунные моря покрыты слоем пыли. Американцы Ф. Борман, Дж. Ловелл и У. Андерс встретил рождество 1969г. в космическом корабле «Апполон-8» на трассе «Земля- Луна- Земля». Это был первый пилотируемый облет Луны. Полет первой американской экспедиции для высадки на Луну на космическом корабле «Апполон-11» начался солнечным утром 16 июля 1969г. Контакт с лунной поверхностью произошел 20 июля. Командир экипажа Н. Армстронг медленно спустился по шаткой лестнице, словно купальщик, пробуя холодную воду, с великой осторожностью встал на Луну. «Один небольшой шаг для человека, и такой огромный скачок для всего человечества»,- первые слова сказанные им на Луне. Вскоре к нему присоединился Э. Олдрин. Следы от их башмаков будут сохранятся в условиях Луны миллионы лет. Третий член экипажа М. Коллинз терпеливо поджидал своих товарищей на окололунной орбите, черпая новости о них из рассказов с Земли. С июля 1969 года по декабрь 1972г. в США было осуществлено 6 успешных экспедиций на Луну, в ходе которых на поверхности побывало 12 космонавтов, проведших там попарно в общей сложности 12 с половиной суток. За время выполнения программы « Апполон» ещё 12 космонавтов работали в окололунном пространстве. Космонавты Дж. Янг, Ю. Сернан и Дж. Ловелл летали к Луне по 2 раза, нопоследний из них, имя которого носит один из Лунных кратеров, так ни разу и не вышел на поверхность. Дж. Ловелл был командиром экипажа «Апполон- 13», посадка которого на Луну из-за аварии была отменена. В завершающих из американских экспедиций на космическом корабле «Апполон- 17» принимал участие профессиональный геолог Шмитт. Всего за 6 экспедиций американцы доставили на Землю около 400 кг. Образцов лунных пород. В трех заключительных экспедициях на Луну американские космонавты использовали электрический автомобиль конструированный специально для перемещения в условиях лунного бездорожья, который резко расширил возможности полевых обследований местности. Автомобиль мог развивать скорость до 14 км\ч. Геолог Шмитт и Ю. Сернан проехали по Луне на этом автомобиле около 35 км. Ракета- носитель «Сатурн- 5», обеспечившая успешные полеты космонавтов США на Луну, до сих пор остается самой крупной ракетой в мире. Её высота достигает 40- этажного дома, а при запуске в ней сгорает ежесекундно 15 тонн горючего. Вряд ли когда- ни будь сконструирует ещё более крупные ракеты, поскольку после полетов на Луну стало ясно, что даже для существования гиганта « Сатурн- 5» - нет больше никаких разумных задач. Производство этих ракет было прекращено. Подсчитано, что все перспективные задачи космических работ выгоднее решать другими средствами. В порядке редчайшего отступления от традиций 12 лунными кратерам были присвоены имена живых, здравствующих людей. Шесть были названы в честь советских первопроходцев космических трасс- Титова, Николаева, Терешковой, Леонова, Феоктистова и Шаталова. Ещё шесть названы именами экипажей «Апполона- 8» и «Апполона- 11».

**РОЛЬ ЛУНЫ ДЛЯ ЖИТЕЛЕЙ ЗЕМЛИ.**

В одной из книг посвященных путешествиям, описано такое грандиозное явление: в часы приливов в лагуну одного из островов Альдабра( эти острова лежат в заливе Индийского океана у восточных берегов Африки) устремляются мощные потоки воды: в проливе соединяющим лагуну с океаном, скорость течения достигает 15 км\ч, а масса втекающей воды составляет несколько миллиардов тонн. В часы отливов вода устремляется назад, в океан, дно лагуны обнажается почти на две трети, и на отмели бродят тысячи птиц, выискивающих добычу. Какие же колоссальные силы « выплескивают» воду из лагуны в часы отлива и поднимают её в часы прилива? Это силы всемирного тяготения.

Часто говорят, что Ньютон пришел к мысли о существовании сил притяжения между всеми телами природы, наблюдая падения яблока на Землю. Но открытие и изучение силы тяготения имеет сложную историю. Много замечательных имен мы встретим изучая историю становления учения о всемирном тяготении. Это и Тихо Браге, в течении 20- ти лет наблюдавший планеты солнечной системы, и Иоганн Кеплер, установивший на основе этих данных законы движения планет и выказавший мысль о том, что причиной вращения Луны вокруг Земли является притяжение. Но все- таки закон всемирного тяготения был открыт. Он сыграл огромную роль в развитии науки и техники. С его помощью были открыты две планеты Солнечной системы- Нептун и Плутон, его используют при расчете скорости необходимой для запуска космических кораблей и спутников. Но вернемся к лагуне на островах Альдабра, к приливам и отливам. Причина возникновения приливов и отливов- всемирное тяготение, а «главный виновник этого явления- наш спутник Луна. Будем считать, что вода распределена по Земле тонким слоем. Так как сила тяготения обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами, вода, находящаяся вблизи А, притягивается Луной сильнее, чем вода, находящаяся вблизи точки В.

Казалось бы, в результате этого вода должна перетечь на «лунную» сторону Земли, где образуется водяной горб. Так как Земля вращается вокруг своей оси, в каждом месте вода будет раз в сутки подниматься (прилив) и опускаться ( отлив). Однако в действительности и приливы и отливы происходят два раза в сутки. Почему же это так? Причина в том, что Земля и Луна не подвижны друг относительно друга. Представьте себе два шарика- тяжелый и легкий, - соединенные нитью и лежащие на гладкой горизонтальной поверхности. Легкий шарик можно привести во вращение вокруг тяжелого. Однако тяжелый шарик при этом не останется на месте- его центр тоже будет двигаться по окружности, правда, небольшого радиуса. Неподвижной останется только некоторая точка О на линии вдоль натянутой нити, расположенная вблизи тяжелого шарика(её называют центром масс системы). Вокруг этой точки и происходит вращение как тяжелого, так и легкого шарика. Точно так же Земля и Луна вращаются вокруг некоторой точки, которая, в следствии того, что Земля гораздо массивнее Луны, оказывается даже лежащие внутри Земли (но не в её центре). Центр Земли вращается вокруг этой точки, а вода на поверхности Земли отбрасывается от центра вращения. Это приводит к тому, что и на противоположной Луне стороне Земли образуется водяной горб. Поверхность океана принимает удлиненную форму, вытянутую в направлении Луны и(немного меньше) в прямо противоположном направлении. Так как Земля вращается и вокруг собственной оси, «двугорбая» приливная волна «бежит» по поверхности Земли. В тех областях, которые оказываются посредине между двумя горбами, наблюдаются отливы. Изучение приливов связано со многими трудностями. Та упрощенная модель, которую мы рассматривали, далека от реальной картины. Земля, как известно, не шар, она сплюснута у полюсов; вода не распределена равномерно по её поверхности. Луна при своем движении по орбите оказывается на разных расстояниях от Земли. Свой вклад в приливообразующую силу вносит и Солнце. А взаимное расположение Солнца, Земли и Луны периодически изменяется. Эти и многие другие факторы существенно сказываются на реальной картине образования и движения приливных волн и могут смещать положения водяных горбов, изменять их величину и т. п. Но главное нам теперь ясно: причина приливов и отливов- всемирное тяготение. Можно с уверенностью сказать, что ещё в древности жрецы умели расчитывать время приливов. Иначе как они могли бы творить «чудеса», которые описаны, например в сказках Древнего Египта… Когда достигли суда кала «Двух рыб», увидели все, что отмели обнажились и дальше продвинуться невозможно. Тогда его величество фараон призвал Джеди и повелел… И Джеди начал произносить над водой магические заклинания. По слову его вода в канале поднялась и покрыла отмели слоем в четыре локтя. И суда фараона двинулись дальше…»

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Детская энциклопедия .- Т. 1

Издательство «Педагогика» Москва 1971г.

1. Дагаев М.М. Книга для чтения по астрономии

Москва . Просвещение.1980г.

1. Загель Ф.Ю. «Лунные горизонты» .

Москва .Просвещение 1976г.

1. Научно- популярный журнал

«Квант» № 8—1985 № 4- 1986г.

1. Школьный астрономический календарь

1996-97гг.

1. В.Н.Комаров «Приглашение к звездам»

## Нижнеломовская средняя школа № 1

### Реферат

#### По астрономии на тему:

#### « ЛУНА- естественный спутник Земли»

Выпонил: Николотов Д.В.

Учащийся 11 Б класса

Н- ЛОМОВ

2000г.